

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 32144-2013. Совместимость технических средств электромагнитная.
2. ГОСТ Р 51990-2002. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Классификация.
3. Фролова А. В., Васьков А. Г. Обеспечение качества электроэнергии, генерируемой сетевыми ВЭУ с различными системами регулирования // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 2 (23). С. 148–153.
4. Фролова А. В., Шигин А. А., Васьков А. Г. Исследование регулирования электрических параметров ветроэнергетической установки с асинхронизированным синхронным генератором // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: сборник тезисов докладов двадцать третьей междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. М. : МЭИ, 2017. Т. 3. С. 392.

УДК 621.039

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗМЕЕВИКОВОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА

THERMOHYDRAULIC PROCESSES SIMULATION IN A COIL HEAT EXCHANGER FOR ESTIMATION OF ITS EFFICIENCY

Шумков Д. Е., Литвинов Д. Н., Климова В. А., Ташлыков О. Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
shumkov_dmitriy@mail.ru

Shumkov D. E., Litvinov D. N., Klimova V. A., Tashlykov O. L.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В докладе рассматривается задача повышения эффективности теплообменного аппарата входящего в состав системы расхолаживания шахты-хранилища облученных ТВС исследовательского ядерного реактора ИВВ-2М, с использованием компьютерного моделирования для анализа поставленной задачи.

Abstract: The report addresses the problem of improving the efficiency of the heat exchanger part of the cooling system of a mine storage of irradiated fuel assemblies of the research reactor IVV-2M, with the use of computer simulation for the analysis of the task.

Ключевые слова: теплообменник; solidworks; компьютерное моделирование; эффективность; змеевик.

Key words: heat exchangers; solidworks; computer simulation; efficiency; cooling coil.

Целью представленной работы является моделирование теплогидравлических процессов в змеевиковом теплообменнике для определения тепловой эффективности аппарата и повышения коэффициента теплоотдачи.

Поставлена задача построения компьютерной модели и анализа эффективности с ее помощью теплообменного аппарата на предприятии АО «Институт Реакторных Материалов» г. Заречный. В рамках решения задачи проведены экспериментальные исследования работы теплообменника в производственных условиях.

Теплообменник предназначен для охлаждения воды шахты-хранилища и передачи тепла технической воде. Для разработки мер по обеспечению надежного теплоотвода необходимо произвести моделирование теплогидравлических процессов, разработать пути повышения эффективности теплосъема остаточных тепловыделений [1].

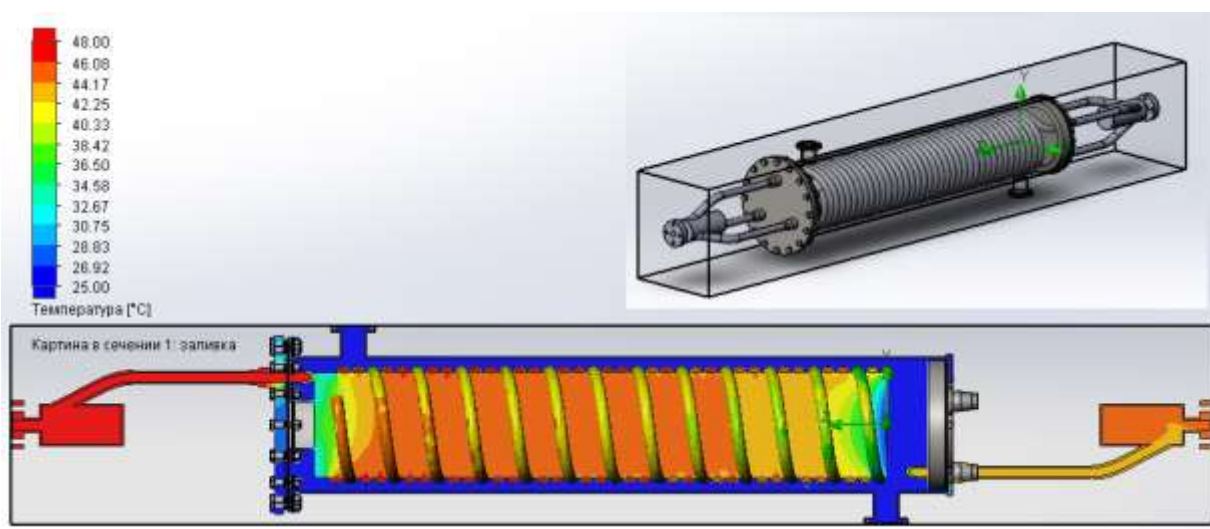
Авторами разработана компьютерная модель теплообменника, позволяющая анализировать его теплогидравлические характеристики при разных параметрах среды, исследовать его эффективность (рисунок). Для создания модели выбрана среда автоматизированного проектирования SolidWorks и ее приложение для анализа аэрогидродинамики и теплообмена Flow Simulation [2, 3].

Теплообменник – змеевикового типа, горизонтального исполнения. Вода I контура движется внутри трех трубок змеевикового типа. Охлаждающая вода II контура движется в

межтрубном пространстве.

Температура воды I контура на входе в теплообменник 48°C принята по условиям эксплуатации шахты-хранилища, расход на входе 1,13 кг/с. Температура охлаждающей воды (из пруда охладителя) на входе 25°C принята для летних условий эксплуатации, расход на входе 3,77 кг/с. Давление воды I контура по условиям эксплуатации 2,5 МПа, а II контура – 5 МПа.

В результате моделирования получены результаты, представленные в таблице. На рисунке показано поле температур в среднем сечении теплообменника, а также температура на поверхности одной из змеевиковых труб.



Змеевиковый теплообменник – модель и результаты расчета

Результаты моделирования

Параметр	Значение
Температура на выходе, °C:	
вода I контура	44,3
вода II контура	26,2
Средний по поверхности коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·К)	
от воды I контура к трубам	688,1
от труб к воде II контура	534,6

По результатам моделирования был проведен расчет тепловой эффективности аппарата [4]:

$$\varepsilon = \frac{T_z^{ex} - T_z^{byx}}{T_z^{ex} - T_x^{ex}} = \frac{48 - 44,3}{48 - 25} = 0,161, \quad (1)$$

где T – температура жидкости, °С; индексы «г» и «х» относятся к воде I и II контура, соответственно; «вх» – на входе в теплообменник, «вых» – на выходе из теплообменника. Для рассматриваемого случая расходная теплоемкость холодной жидкости выше, чем горячей.

Количество теплоты, отведенное холодной жидкостью

$$Q = G_x \cdot c_p \cdot \Delta T_x = 3,77 \cdot 4,17 \cdot 1,2 = 18,86 \text{ кВт}, \quad (2)$$

где удельная теплоемкость $c_p = 4,17 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$; $G_x = 3,77 \text{ кг/с}$ – расход воды II контура; $\Delta T_x = 1,2 \text{ °С}$ – перепад температуры по воде II контура.

Таким образом, теплогидравлическое моделирование позволяет производить расчеты эффективности теплообменного аппарата при различных параметрах среды.

Продолжение исследований предполагает анализ эффективности теплообменного аппарата при использовании конструктивных элементов, повышающих коэффициент теплоотдачи, в частности, турбулизаторов потока. По результатам будут сделаны выводы об эффективности системы расхолаживания шахты-хранилища реактора ИВВ-2М и представлены возможные пути повышения эффективности теплообмена.

Список использованных источников

1. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л. Задача повышения надежности расхолаживания шахты-хранилища отработавших тепловыделяющих сборок // Перспективные энергетические технологии. Экология, экономика, безопасность и подготовка кадров – 2016 : материалы научно-практической конференции (Екатеринбург, 11 октября 2016 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2016. С. 42–44.
2. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л., Селезнев Е. Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахте-хранилище // Научно-техническая школа по ядерным технологиям для молодых ученых, специалистов, студентов и аспирантов, 10–13 мая 2017 г., Екатеринбург: Тезисы докладов. – Екатеринбург 2017 С. 28–30.
3. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л., Селезнев Е. Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахте-хранилище // Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017 (15–19 мая 2017 г.): тезисы докладов IV Международной молодежной научной конференции (Секции 3, 4, 5). [Электронный ресурс]. Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 122–123. URL: http://fizteh.urfu.ru/conference/media/pdfs/Tezisy2017_Section3.pdf
4. Бажан П. И. Справочник по теплообменным аппаратам / П. И. Бажан, Г. Е. Каневец, В. М. Селиверстов. – М. : Машиностроение, 1989. – 367 с.